

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-152317  
 (43)Date of publication of application : 31.05.1994

(51)Int.CI. H03H 9/64  
 H03H 9/145

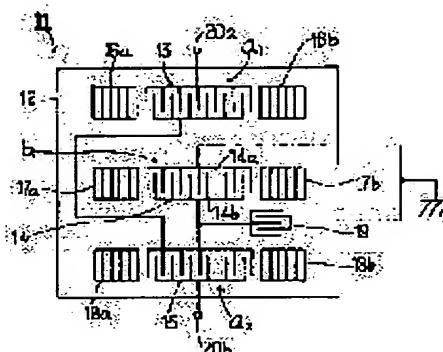
(21)Application number : 04-303441 (71)Applicant : MURATA MFG CO LTD  
 (22)Date of filing : 13.11.1992 (72)Inventor : TADA YUTAKA

## (54) LADDER-TYPE ELASTIC SURFACE WAVE FILTER

## (57)Abstract:

PURPOSE: To provide a ladder-type elastic surface wave filter capable of effectively suppressing ripples generated in the vicinity of a pass band and thereby easily attaining wide band formation. CONSTITUTION: The ladder-type elastic surface wave filter forms elastic surface wave resonators a1, a2 constituting a serial arm and an elastic surface wave resonator b1 constituting a parallel arm on a piezoelectric base 12, connects an additional capacitor 19 to the resonator b1 electrically in parallel and sets up the size of the capacitor 19 so that spurious resonance in the vicinity of frequency fSP expressed by the shown equation is included in a pass band when it is defined that the antiresonance frequency of the resonator a1, a2 in the serial arm is fas, the electrostatic capacity of the serial arm is COS, the resonance frequency of the resonator b1 in the parallel arm is frp and the electrostatic capacity of the parallel arm is COP.

$$f_{SP} = \frac{1}{2} \sqrt{f_{RP} + f_{AS}^2 \pm \sqrt{1 + C_{OP}/C_{OS}}}$$



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-152317

(43)公開日 平成6年(1994)5月31日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

H 03 H 9/64  
9/145

識別記号

府内整理番号  
Z 7259-5J  
D 7259-5J

F I

技術表示箇所

(21)出願番号

特願平4-303441

(22)出願日

平成4年(1992)11月13日

審査請求 未請求 請求項の数1(全7頁)

(71)出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72)発明者 多田 裕

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式

会社村田製作所内

(74)代理人 弁理士 宮▼崎▲ 主税 (外1名)

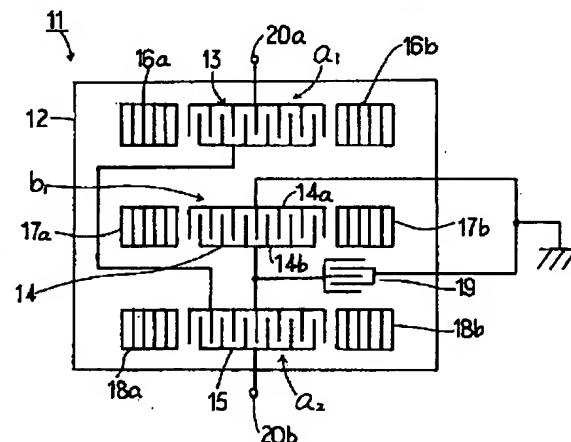
(54)【発明の名称】 梯子型弾性表面波フィルタ

(57)【要約】

【目的】 通過帯域近傍におけるリップルを効果的に抑圧することでき、従って、広帯域化が容易な梯子型弾性表面波フィルタを提供する。

【構成】 圧電基板12上に、直列腕を構成するための弾性表面波共振子a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub>と、並列腕を構成する弾性表面波共振子b<sub>1</sub>とを形成してなり、弾性表面波共振子b<sub>1</sub>に電気的に並列に付加容量19を接続してなり、該付加容量19の大きさが、直列腕の弾性表面波共振子a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub>の反共振周波数をf<sub>ss</sub>、直列腕の静電容量をC<sub>ss</sub>、並列腕の弾性表面波共振子b<sub>1</sub>の共振周波数をf<sub>rr</sub>、並列腕の静電容量をC<sub>rr</sub>としたときに、

【数1】式(1)で表される周波数f<sub>sp</sub>近傍におけるスブリヤス共振が通過帯域内に収まるような大きさとされている、梯子型弾性表面波フィルタ。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧電基板と、前記圧電基板上に形成されておりかつ少なくとも1個の直列腕及び少なくとも1個の並列腕を有するように梯子型に接続された複数の弾性表面波共振子とを有し、前記直列腕の弾性表面波共振子の共振周波数と、並列腕の弾性表面波共振子の反共振周波数とがほぼ一致されている梯子型弾性表面波フィルタ\*

$$f_{sp} = \frac{1}{2} (f_{rp} + f_{as} + \frac{f_{as} - f_{rp}}{\sqrt{1 + C_{op}/C_{os}}})$$

… (1)

上記式(1)で表される周波数  $f_{sp}$  近傍に発生するスブリニアス共振が通過帯域内に収まるように、前記付加容量の大きさが選ばれていることを特徴とする、梯子型弾性表面波フィルタ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、複数の弾性表面波共振子を梯子型に接続してなる梯子型弾性表面波フィルタに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 図2に、従来の梯子型弾性表面波フィルタの一例を等価回路として示す。梯子型弾性表面波フィルタ1は、複数個の弾性表面波共振子  $a_1 \sim a_n$ ,  $b_1 \sim b_n$  を図示のように梯子型に接続した構造を有する。すなわち、複数個の弾性表面波共振子  $a_1 \sim a_n$  が直列腕に挿入されており、他方、直列腕に対して、それぞれ、弾性表面波共振子  $b_1 \sim b_n$  が接地電位との間に接続されて複数の並列腕が構成されている。上記梯子型フィルタとしては、弾性表面波共振子の他、他の圧電共振子や水晶共振子等を用いたものも知られている。

【0003】 図4は、上述した梯子型弾性表面波フィルタの一例として、弾性表面波共振子  $a_1, a_2$  により直列腕を構成し、弾性表面波共振子  $b_1$  を有する一個の並列腕を構成した梯子型弾性表面波フィルタ2を示す。

(図3はこれを等価回路として示したものである。)

【0004】 図4に示すように、梯子型弾性表面波フィルタ2は、矩形の圧電基板3の表面に弾性表面波共振子を構成するための3個のインターデジタルトランスデューサー (IDT) 4~6を形成した構造を有する。各IDT 4~6は、それぞれ、複数本の電極指を有する一対のくし歯電極を、互いの電極指が相互に間挿しあうように配置することにより構成されている。また、IDT 4~6の両側には、それぞれ、グレーティング反射器7a, 7b~9a, 9bが配置されている。

【0005】 上記IDT 4, 6により構成される各弾性表面波共振子が、それぞれ、図3の直列腕に挿入された

\*において、

前記並列腕の各弾性表面波共振子に並列に付加容量が接続されており、かつ直列腕の弾性表面波共振子の反共振周波数を  $f_{rp}$ 、直列腕の静電容量を  $C_{as}$ 、並列腕の弾性表面波共振子の共振周波数を  $f_{as}$ 、並列腕の静電容量を  $C_{op}$  としたとき、

## 【数1】

$$f_{sp} = \frac{1}{2} (f_{rp} + f_{as} + \frac{f_{as} - f_{rp}}{\sqrt{1 + C_{op}/C_{os}}})$$

… (1)

弾性表面波共振子  $a_1$  及び  $a_2$  に相当する。また、IDT 5で構成される弾性表面波共振子が、図3に示した並列腕に接続されている弾性表面波共振子  $b_1$  に相当する。

【0006】 上記弾性表面波フィルタ2では、弾性表面波共振子  $a_1$  と弾性表面波共振子  $a_2$  は同一の周波数特性を有し、他方、弾性表面波共振子  $b_1$  の反共振子周波数  $f_{rp}$  が、弾性表面波共振子  $a_1, a_2$  の共振周波数  $f_{as}$  と一致するように構成されている。

【0007】 弹性表面波フィルタ2の入出力端 10a, 10b 間における抑圧量-周波数特性を図6に示す。図6から明らかなように、直列腕の弾性表面波共振子  $a_1, a_2$  の共振周波数  $f_{as}$  近傍を通過帯域とする、帯域通過型のフィルタが実現されている。なお、図6において、  $f_{rp}$  及び  $f_{as}$  は、それぞれ、弾性表面波共振子  $b_1$  の共振周波数及び反共振周波数であり、  $f_{rp}$  及び  $f_{as}$  は、弾性表面波共振子  $a_1, a_2$  の共振周波数及び反共振周波数である。

【0008】 なお、図3及び図4では、3個の弾性表面波共振子が接続されているが、より抑圧量が要求される場合には図2に示したように、上記弾性表面波フィルタを多段に接続した構成がとられる。

## 【0009】

【発明が解決しようとする課題】 上述した従来の梯子型弾性表面波フィルタ2では、図6のA点で示した位置にリップルが発生するという問題があった。このようないップルが存在すると、通過帯域幅が広げられない。よって、低損失であり、かつ広帯域である梯子型弾性表面波フィルタの利点を十分に活用することができなかった。本発明の目的は、通過帯域近傍に発生するリップルを効果的に抑圧することができ、従って、より広帯域の梯子型弾性表面波フィルタを実現し得る構造を提供することにある。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】 本発明は、圧電基板と、前記圧電基板上に形成されており且つ少なくとも1個の

直列腕及び少なくとも1個の並列腕を有するように梯子型に接続された複数の弾性表面波共振子とを有し、前記直列腕の弾性表面波共振子の共振周波数と、並列腕の弾性表面波の反共振周波数とをほぼ一致させた梯子型弾性表面波フィルタにおいて、前記並列腕の各弾性表面波共振子に並列に付加容量が接続されており、且つ直列腕の\*

$$f_{sp} = \frac{1}{2} (f_{rp} + f_{as} + \frac{f_{as} - f_{rp}}{\sqrt{1 + C_{op}/C_{os}}})$$

\* 弾性表面波共振子の反共振周波数を  $f_{rp}$  、直列腕の静電容量を  $C_{os}$  、並列腕の弾性表面波共振子の共振周波数を  $f_{as}$  、並列腕の静電容量を  $C_{op}$  としたとき、  
【0011】  
【数2】

… (1)

【0012】上記(1)式で表される周波数点  $f_{as}$  近傍が通過帯域内に収まるように付加容量の大きさが選ばれている、梯子型弾性表面波フィルタである。

【0013】

【作用】本発明の梯子型弾性表面波フィルタでは、上記付加容量が、式(1)で表される周波数  $f_{as}$  点近傍に発生するスプリアス共振が通過帯域内に収まる大きさとなるように選択されているため、  $f_{as}$  点におけるインピーダンスが低下され、それによって通過帯域内リップルが効果的に抑圧される。

【0014】

【実施例の説明】以下、本発明の実施例について図面を参照しつつ説明する。図4に示した従来の梯子型弾性表面波フィルタのインピーダンス特性を、図7のスミスチャート図により示す。図7において、A点は、スプリア

※ス共振が発生している周波数点  $f_{as}$  に相当し、図6のA点に相当する。図6のA点におけるリップルを改善するには、該A点におけるインピーダンスを低下させ、通過帯域近傍、すなわち  $f_{as}$  におけるインピーダンスに近づければよい。

【0015】上記周波数  $f_{as}$  は、図3における直列腕の弾性表面波共振子  $a_1$  又は弾性表面波共振子  $a_2$  と、並列腕の弾性表面波共振子  $b_1$  との共振条件から求めることができる。直列腕及び並列腕の各弾性表面波共振子のインピーダンスを、それぞれ、  $Z_1$  、  $Z_2$  とすると、  $Z_1 + Z_2 = 0$  の共振条件から求められ、周波数点  $f_{as}$  におけるスプリアス周波数は、近似的に下記の式(1)で与えられる。

【0016】

【数3】

$$f_{as} = \frac{1}{2} (f_{rp} + f_{as} + \frac{f_{as} - f_{rp}}{\sqrt{1 + C_{op}/C_{os}}})$$

… (1)

【0017】式(1)において、  $f_{as}$  は並列腕の弾性表面波共振子  $b_1$  の共振周波数を、  $f_{as}$  は直列腕の弾性表面波共振子の反共振周波数を、  $f_{as}$  は並列腕の弾性表面波共振子の共振周波数を、  $C_{op}$  は並列腕の弾性表面波共振子の静電容量を、  $C_{os}$  は直列腕の弾性表面波共振子の静電容量を示す。

【0018】上記周波数  $f_{as}$  におけるインピーダンスに着目し、並列腕に弾性表面波共振子  $b_1$  と並列に付加容量を接続してなる本発明の第一の実施例の構造を図1に示す。

【0019】図1において、本実施例の弾性表面波フィルタ11は、矩形の圧電基板12の上面に、IDT13～15をそれぞれの表面波伝搬方向が平行となるように配置した構造を有する。各IDT13～15の両側には、それぞれ、グレーティング反射器16a、16b～

18a、18bが配置されている。

【0020】上記IDT13、15により、直列腕の弾性表面波共振子  $a_1$  、  $a_2$  がそれぞれ構成されている。また、IDT14により、並列腕の弾性表面波共振子  $b_1$  が構成されている。すなわち、入力端20aと出力端20bとの間に、直列腕を構成している弾性表面波共振子  $a_1$  、  $a_2$  が直列に接続されている。また、直列腕の弾性表面波共振子  $a_1$  と弾性表面波共振子  $a_2$  との間と、接地電位との間に並列腕を構成している弾性表面波共振子  $b_1$  が接続されている。

【0021】本実施例では、並列腕を構成している弾性表面波共振子  $b_1$  のIDT14の一方のくし歯電極14aが、上記のように接地電位に電気的に接続されており、さらに他方のくし歯電極14bと、接地電位との間に付加容量19が接続されている。付加容量19は、複

数本の電極指を有する一对のくし歯状電極を互いの電極指指数が所定距離を隔てて間押し合うように配置することにより構成されている。

【0022】そして、この付加容量19で取り出される容量は、上記周波数 $f_{ss}$ が、式(1)を満たすような大きさに選ばれているので、上記付加容量19により、周波数 $f_{ss}$ におけるインピーダンスが低下される。したがって、図8に示すように、本実施例の梯子型弹性表面波フィルタ11では、A点におけるリップルが効果的に抑制される。

【0023】なお、図9に、上記実施例の弹性表面波フィルタのインピーダンス特性をスミスチャート図で示す。図9におけるA点は、図8に示したA点、すなわち周波数 $f_{ss}$ に相当するが、弹性表面波フィルタ11の特性インピーダンスとほぼ一致し、従って、通過帯域が平坦化されることに加えて、抑圧量が1dBであるフィルタの通過帯域幅が図6に示した従来の弹性表面波フィルタに比べて約20%以上も広げられる。

【0024】次に、上記付加容量19の最適値についての実験結果を示し、上記式(1)を満たすためにはいかに付加容量の大きさを選択すべきかを説明する。図10は、並列腕の弹性表面波共振子 $b_1$ のIDT14の電極指交叉幅W、対数N、弹性表面波の波長 $\lambda_s$ に対し、 $W \cdot N / \lambda_s$ を変化させた場合の通過帯域外抑圧量を示す。図10から明らかなように、 $C_{ss} = 0.5 C_{ss}$ 、1.0 $C_{ss}$ 及び2.0 $C_{ss}$ の何れの場合においても $W \cdot N / \lambda_s$ が減少すると共に、通過帯域外抑圧量が増大することがわかる。

【0025】また、図10において、並列腕の弹性表面波共振子 $b_1$ の静電容量 $C_{ss}$ は、一般に直列腕の弹性表面波共振子の静電容量 $C_{ss}$ の1.0倍から2.0倍の間に設定し帯域外抑圧量を大きくとるように構成されているが、 $C_{ss} = 2.0 C_{ss}$ においても $W \cdot N / \lambda_s > 1400$ 以上では一定であるため、IDTにおける電気的抵抗損失を考慮し、 $W \cdot N / \lambda_s \leq 1400$ とすることが望ましい。

【0026】図11は、上記周波数点 $f_{ss}$ におけるインピーダンスを求めた結果である。図10から明らかなように、 $W \cdot N / \lambda_s \leq 1400$ では、インピーダンスが少なくとも100Ω以上となることがわかる。

【0027】また、図12は、周波数 $f_{ss}$ におけるインピーダンスを、本実施例の弹性表面波フィルタの特性インピーダンスである50Ω近傍に近づけるのに必要な付加容量19の値 $C_s$ を求めた結果を示す図である。図12から、 $W \cdot N / \lambda_s \leq 1400$ 以下では、 $C_s / C_{ss} \geq 0.2$ となる大きさの付加容量19を構成すればよいことがわかる。なお、 $W \cdot N / \lambda_s \leq 1400$ という範囲は、付加容量19の容量値 $C_s$ の値に関係なく、図10に示した従来技術の特性から明らかである。従って、本発明において、 $W \cdot N / \lambda_s \leq 1400$ なる範囲は特

に限定されるべきものではない。

【0028】上記実施例では、付加容量19は一对のくし歯状電極を構成することにより構成されていたが、図5に示すように、弹性表面波共振子 $a_1, a_2, b_1$ 間を電気的に接続するための配線用電極の一部を大面積化し、容量取り出しのための電極19a, 19bを形成し、それによって上記付加容量を構成してもよい。通常、圧電基板12は、接地された金属容器または金属薄膜上に接着されるため、上記容量取り出しのための電極19a, 19bは、対接地容量を有することになる。従って、図1に示した実施例のように、くし歯状電極を形成せずとも、所望の容量値を有する付加容量を構成することができる。なお、図5に示した構造は、付加容量19の値が小さくてもよい、例えば高周波用のフィルタに好適に用いることができる。

【0029】図1及び図5に示した実施例の弹性表面波フィルタは、3個の弹性表面波共振子を用いて構成されていたが、4素子以上の弹性表面波共振子を用いた梯子型弹性表面波フィルタにも各並列腕の弹性表面波共振子に並列にそれぞれ付加容量を備える事により、本発明を同様に適用することができる。また、図1に示す実施例では、圧電基板12としてリチウムタンタレート基板を用いたが、他の圧電基板或いは絶縁基板上に圧電薄膜を形成してなる圧電基板を用いてもよい。

### 【0030】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、並列腕を構成している弹性表面波共振子に式(1)を満たす大きさの付加容量が接続されているため、周波数 $f_{ss}$ におけるインピーダンスが低下され、それによって通過帯域内における不要リップルを効果的に抑圧することができる。従って、該リップルの低減により通過帯域を広げることができると共に、広帯域の梯子型弹性表面波フィルタを提供することができる。よって、低損失でありながら、広帯域化が困難であると考えられていた梯子型弹性表面波フィルタの実用化を促進することが可能となる。

### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例の梯子型弹性表面波フィルタの構成を説明するための平面図。

【図2】従来の梯子型弹性表面波フィルタの等価回路を示す図。

【図3】3個の弹性表面波フィルタを用いた従来の梯子型弹性表面波フィルタの等価回路を示す図。

【図4】従来の梯子型弹性表面波フィルタの構成を説明するための平面図。

【図5】本発明の他の実施例の梯子型弹性表面波フィルタの構成を説明するための平面図。

【図6】従来の梯子型弹性表面波フィルタの抑圧量-周波数特性を示す図。

【図7】従来の梯子型弹性表面波フィルタにおけるインピーダンス特性を示すスミスチャート図。

【図8】実施例の梯子型弹性表面波フィルタの抑圧量-周波数特性を示す図。

【図9】実施例の梯子型弹性表面波フィルタのインピーダンス特性を説明するためのスミスチャート図。

【図10】梯子型弹性表面波フィルタの帯域外抑圧量と、 $W \cdot N / \lambda_s$  との関係を示す図。

【図11】梯子型弹性表面波フィルタの  $f_{ss}$  点におけるインピーダンスと、 $W \cdot N / \lambda_s$  との関係を示す図。

【図12】容量比  $C_s / C_{ss}$  と、 $W \cdot N / \lambda_s$  との関係\*

\*を示す図。

【符号の説明】

1 1 … 弹性表面波フィルタ

1 2 … 壓電基板

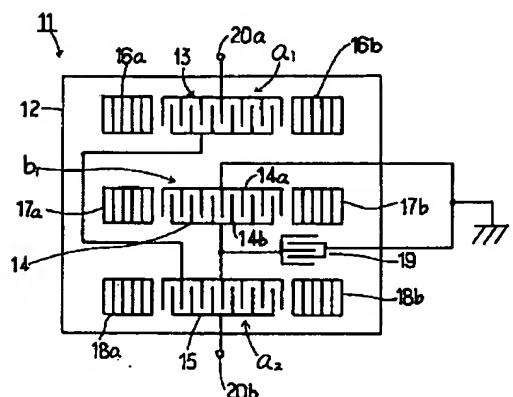
1 3 ~ 1 5 … I D T

1 9 … 付加容量

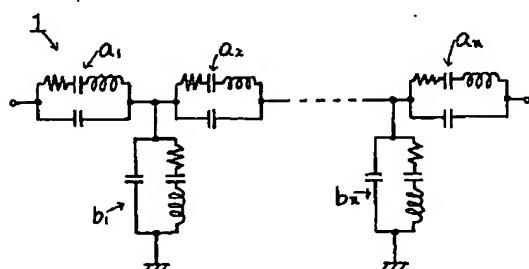
$a_1, a_2$  … 直列腕の弹性表面波共振子

$b_1$  … 並列腕の弹性表面波共振子

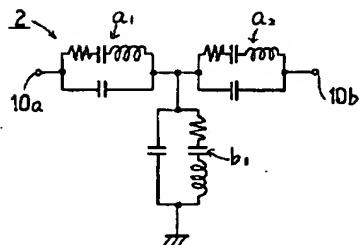
【図1】



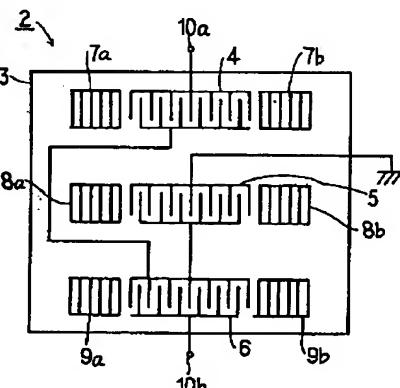
【図2】



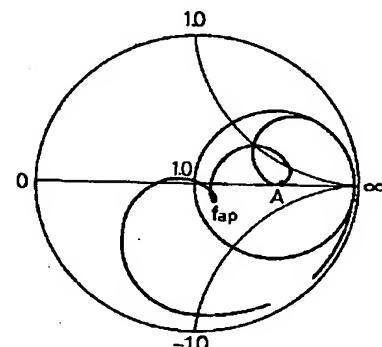
【図3】



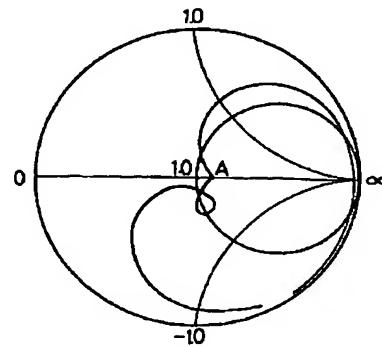
【図4】



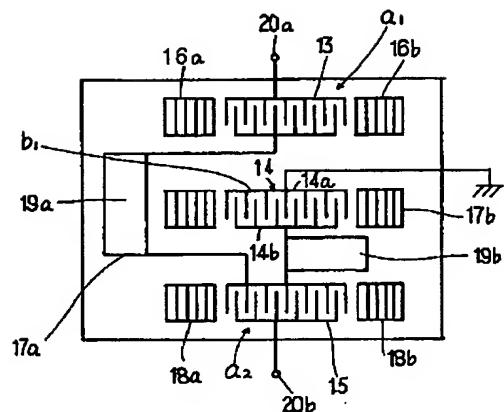
【図7】



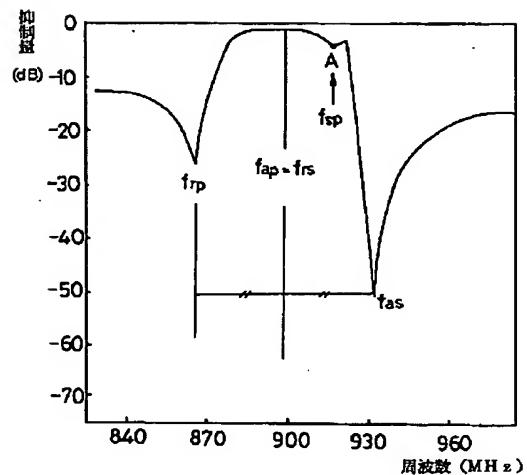
【図9】



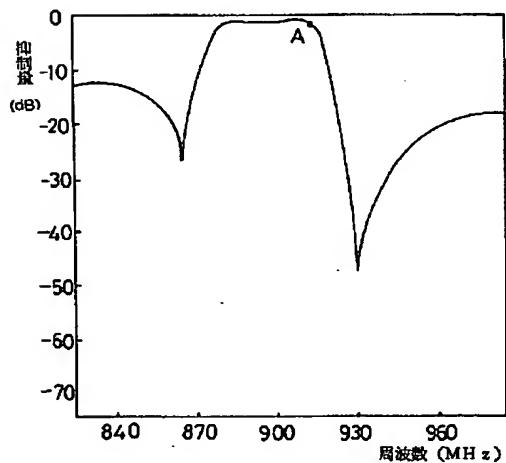
【図5】



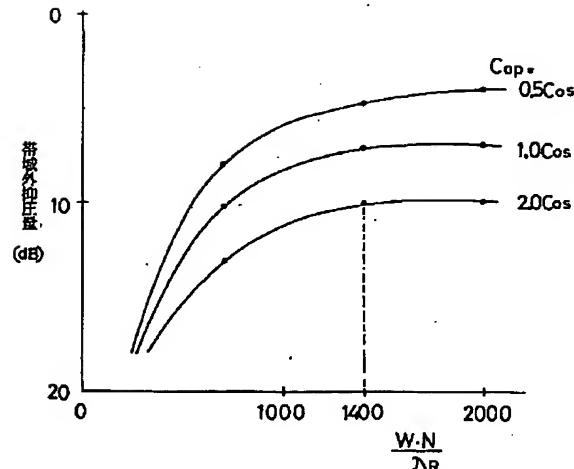
【図6】



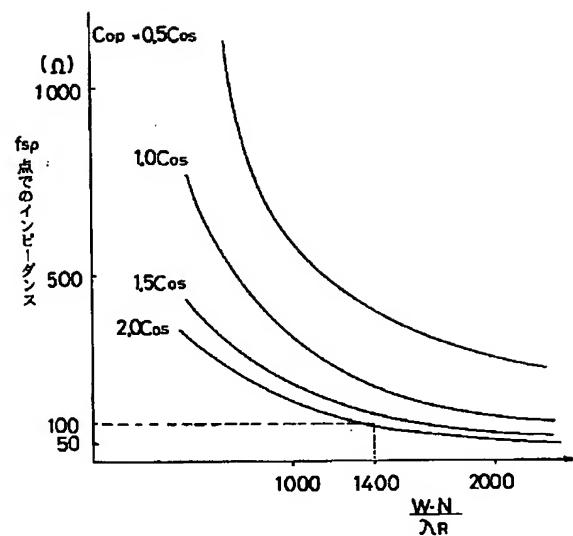
【図8】



【図10】



【図11】



【図12】

